

# projeto de uma usina de compostagem

Palestra proferida pelo Eng<sup>o</sup> Camal A. S. Rameh no 1<sup>o</sup> Encontro Nacional de Sistemas de Biodigestão, patrocinado pela Confederação Nacional da Indústria, no Rio de Janeiro em 14/11/80.

## INTRODUÇÃO

Compostagem é um processo biológico de decomposição controlada da fração orgânica contida nos resíduos de modo a resultar um produto estável, similar ao húmus, cuja aplicação principal é como condicionador de solos para agricultura.

O fato da decomposição do lixo ser controlada é que difere a dosagem da putrefação natural, sendo esse controle, em suma, o objeto de todos os estudos sobre o assunto.

Composto é o produto homogêneo obtido por um processo biológico, pelo qual a matéria orgânica existente em resíduos é convertida em outra, mais estável, pela ação de microrganismos.

Os resíduos podem ser restos agrícolas, esterco de animais ou resíduos urbanos, separados ou combinados.

A compostagem de resíduos agrícolas provavelmente é tão antiga quanto o preparo de terra para cultura.

Os processos utilizados eram rudimentares, baseado na formação de montes, revirados ocasionalmente.

Com o advento da tecnologia e os ensinamentos sobre a adubação mineral, com a resultante "Era Liebig", houve uma retração na ampliação da matéria orgânica para fins agrícolas.

Posteriormente foi constatado que os adubos minerais não resolveriam os problemas de fertilidade do solo, passando a compostagem a ser estudada com ciência e operada como indústria.

Os tipos de classificação aplicados aos sistemas de compostagem baseiam-se em três diferentes abordagens: uso de oxigênio, temperatura e tecnologia empregada. Se a classificação for em termos de uso de oxigênio, o processo pode ser aeróbio ou anaeróbio. Quando o critério adotado for a temperatura, a divisão é feita em termos de processo mesofílico e processo termofílico. Finalmente, sob o ponto de vista tecnológico, classifica-se a compostagem em dois processos: ao ar livre ou em leiras e acelerado ou "mecanizado".

Na compostagem aeróbia, a decomposição da matéria orgânica é realizada predominantemente por microrganismos aeróbios, pressupondo uma provisão contínua de oxigênio.

Contrariamente à compostagem ao ar livre, no processo acelerado "mecanizado" a decomposição da matéria orgânica, propriamente dita, inicia-se em unidades fechadas, comumente denominadas de bio-estabilizadores, com insuflação de ar.

No início dos anos vinte do presente século, apareceram e passaram a ser empregados processos especialmente projetados para o tratamento biológico controlado de resíduos sólidos urbanos ou agrícolas. Sir Albert Howard, em Indore, Índia, obteve como resultado de uma série de experimentos, um processo de produção de composto com as características desejadas num prazo aceitável.

A partir dessa época foram desenvolvidos outros processos de compostagem, tendo alguns, inclusive, sido patenteados, havendo uma tendência à mecanização, a fim de reduzir a mão-de-obra necessária, que era muito grande no processo Indore.

Uma vez que a compostagem é essencialmente um processo biológico, determinados fatores e requisitos pertinentes à manutenção da atividade biológica devem ser considerados:

- natureza da matéria orgânica a ser compostada;
- tamanho e natureza da população microbiana;
- balanço de nutrientes e
- fatores ambientais.

A natureza da matéria orgânica a ser compostada, no sentido mais amplo, cobre uma gama extremamente variada de substâncias. Na compostagem do lixo, esta matéria se constitui, basicamente, de restos de alimentos, papéis, pedaços de madeiras, folhagens e excrementos. Desta forma, a degradação biológica dos diversos componentes exige a presença e o desenvolvimento de microrganismos específicos para cada fase da decomposição, implicando na transformação sucessiva de substâncias complexas em outras mais simples, de assimilação mais fácil. Este processo pode ser exemplificado de forma esquemática como segue:

Carboidrato → açúcares simples → ácidos  
organismos → CO<sub>2</sub> → e protoplasma bacteriano

Os microrganismos, para manterem ativo o processo de compostagem, exigem, além do substrato orgânico, uma quantidade mínima de outros elementos necessários à sua constituição celular. Entretanto, suas maiores necessidades são o carbono, como fonte de energia, e o nitrogênio como importante formador da estrutura celular. O carbono é exigido em maior quantidade, porém, quando em excesso, o processo da compostagem se retrai, uma vez que o nitrogênio passa a constituir, fator limitante ao

crescimento dos microrganismos. Dessa forma, é importante a obtenção de relações C/N adequadas. Para o início do processo, aceita-se como ótima uma relação de 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio (30 : 1).

Relações C/N baixas implicam em perdas de nitrogênio sob a forma de amônia, particularmente quando o pH for maior do que 8, que se volatiliza com maior rapidez em virtude das elevadas temperaturas obtidas em uma decomposição aeróbia.

Quando a relação CN for baixa, recomenda-se a adição de serragem, palha, papel, etc. à massa a ser compostada. Se a relação C/N for alta, pode-se adicionar, por exemplo, lodo de esgoto seco.

Uma vez que a compostagem é um processo essencialmente biológico, os fatores ambientais são importantes no crescimento da população microbiana que rege todo o processo. Os principais fatores intervenientes na compostagem são: umidade, temperatura, concentração de oxigênio, potencial hidrogeniônico e nutrientes.

Vejam os alguns desses fatores:

### ● Umidade

Os microrganismos necessitam, para sua plena atividade metabólica, uma certa quantidade de água que funciona como importante veículo de nutrientes e via de excreção dos *metabólitos* (detritos de reação).

Assim sendo, no início do processo de compostagem, é desejável obter-se um teor de umidade de 50 a 60% em peso, de modo a atender as necessidades da população microbiana existente no lixo.

### ● Temperatura

No processo de bioestabilização do lixo, a temperatura é um dos principais fatores de influência, uma vez que condiciona o desenvolvimento de populações microbianas específicas, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica em suas diferentes etapas.

Assim sendo, caracteriza-se a 1<sup>a</sup> fase da compostagem pela predominância de microrganismos mesofílicos que requerem temperaturas ideais, compreendidas entre 40-45°C, para desenvolverem a sua atividade. Na 2<sup>a</sup> fase, desenvolvem-se os microrganismos termofílicos de temperatura de 45 a 70°C.

### ● Aeração

A compostagem deve, de preferência, ser desenvolvida aerobicamente no sentido de se manter, tanto quanto possível, tempe-

raturas elevadas (superiores a 60°C), o que contribui para a eliminação de agentes patogênicos, de ovos de parasitas, de sementes de ervas daninhas e de outros organismos indesejáveis. Além disso, o processo, quando realizado sob condições de anaerobiose, provoca problemas ambientais resultantes da liberação de produtos malcheirosos, tais como mercaptanas, gás sulfídrico, aminas e ácidos voláteis.

#### ● Potencial Hidrogeniônico

Na fase inicial da compostagem, a acidez do material tende a aumentar em virtude da formação de ácidos orgânicos, atingindo valores de pH próximos a 4,5. A partir daí, o processo toma o sentido inverso, observando-se um crescente aumento do pH, que chega a atingir valores superiores a 8.

### CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O LIXO

O lixo domiciliar característico das cidades brasileiras apresenta teores de matéria orgânica superiores a 50% em peso, suscetíveis de serem transformados em composto, restando ainda os materiais recuperáveis para reciclagem, tais como: vidros, plásticos, trapos, etc. e os rejeitos que devem ter uma disposição final adequada.

A atualidade mundial tem sido marcada como a era da economia de energia e matéria prima. Existem numerosos exemplos de recuperação desses materiais para uso através de reprocessamento, com a conseqüente economia de matéria prima.

Os resíduos provenientes da varrição das vias públicas são constituídos predominantemente de materiais inertes, impróprios para a obtenção de composto.

Alguns resíduos industriais por conterem substâncias tóxicas, são perniciosos, tanto ao processo de compostagem, como ao próprio produto final obtido, quando da sua aplicação no solo.

A venda de materiais recuperáveis está subordinada por motivos econômicos à quantidade de lixo tratada, à sua composição, à existência de indústrias nas proximidades da usina, da disponibilidade de transporte de baixo custo e do tipo de veículo coletor utilizado.

Uma vez que todo o material não possível de ser compostado deve ser removido do pátio da usina, a retirada dos materiais recuperáveis pelos próprios interessados é uma forma de aliviar os custos.

Quando esses rejeitos, constituídos de materiais não compostáveis não tem possibilidade de serem reaproveitados, a sua destinação final pode ser a incineração ou o aterro sanitário, onde, dependendo de suas características, pode ser utilizado como material de cobertura.

### COMPOSTAGEM DO LIXO

Este processo vem ocorrendo constantemente na natureza desde quando apareceu a vida neste planeta, sendo utilizado

como forma sanitária de dispor os resíduos e recuperar a parte orgânica, com o objetivo de sua aplicação na agricultura.

A compostagem é o único processo de disposição de resíduos que melhora as condições ecológicas, por participar no ciclo do carbono de forma natural e propiciar recursos para recuperar solos danificados pelo seu mau uso.

A compostagem é um processo natural, onde a intervenção humana consiste em otimizar a atividade dos microrganismos, condicionando o seu meio. Nos outros processos procura-se minimizar, até níveis aceitáveis, os prejuízos ambientais provenientes da sua prática.

O lixo domiciliar, pelas suas características peculiares, é o resíduo recomendável para a produção de composto. A característica principal é a de possuir um teor elevado de matéria orgânica, representada especialmente por restos de comida.

### MÉTODOS DE COMPOSTAGEM

A compostagem como é realizada atualmente, se baseia em dois métodos: natural e acelerado.

O *método natural* consiste num simples preparo prévio dos resíduos a serem tratados.

Assim, o lixo bruto deve sofrer uma triagem onde são separados e removidos, os materiais de grande volume bem como aqueles não suscetíveis de compostagem.

A essa separação em geral está ligada a trituração ou peneiramento ou outro tratamento mecânico de moagem.

Esta moagem dos resíduos é realizada com intuito de reduzi-los a pedaços de pequenas dimensões que além de contribuir para uma decomposição mais rápida, promove a homogeneização e aeração do material. Esta operação não é essencial no processo de compostagem, uma vez que se constitui apenas em fator de aceleração.

O *método acelerado* baseia-se no início do processo biológico no interior de um digestor com recursos para controle do teor de umidade, da aeração e da temperatura do ambiente. O digestor tritura grosseiramente e homogeneiza a matéria orgânica.

O primeiro método é o mais apropriado para conjuntos de centros urbanos de pequeno porte ou cidades com menos de 200.000 habitantes, pelo seu menor custo e facilidade de operação.

As usinas de compostagem pelo método natural permitem a utilização de mão-de-obra nas cidades localizadas em regiões ricas em atividades hortigranjeiras, agrícolas e/ou pastoris por permitir a produção de insumo agrícola no próprio local e, reduzem os custos de transporte do composto produzido.

O segundo método se justifica em cidades ou conjuntos de cidades, que comportem mais de 200.000 habitantes, por exigir menos área e menor número de operários, por tonelada tratada. Este método apresenta maiores recursos para evitar problemas de emissão de odores e reduz o tempo de cura no pátio, porém a custos bem mais elevados.

No Brasil, as instalações de compostagem são predominantemente pelo método acelerado, devido a sua localização em centros urbanos de grande porte, tais como: Brasília, São Paulo, Belo Horizonte, Belém, São José dos Campos, Manaus, Recife e Maceió.

Boa Vista, em Roraima, possui uma usina de compostagem pelo método acelerado, apesar de se tratar de uma cidade de pequeno porte, onde se justificaria plenamente uma usina de compostagem pelo método natural, de custo bem inferior.

### PARTICULARIDADES DA COMPOSTAGEM

Imediatamente após a massa de lixo ser colocada em leiras ou em bio-estabilizadores (processos simplificados ou mecanizados), tem início a atividade bacteriana num ritmo acelerado. A primeira manifestação desta atividade é a elevação da temperatura da massa que atinge, numa primeira fase, 50°C. Nesta fase predominam microrganismos mesofílicos e sua duração é de cerca de 2 dias.

Após 4 a 5 dias, a temperatura atinge valores de 60 a 70°C, permanecendo por vários dias nesta faixa, em função das reações bioquímicas exotérmicas promovidas pelos microrganismos termofílicos. Essas temperaturas são mantidas até que a maior parte da matéria orgânica compostável atinja o nível de decomposição desejado, diminuindo a ação bacteriana e baixando, conseqüentemente, a temperatura que fica em torno de 50-60°C.

O resultado final da compostagem é a estabilização da matéria orgânica. A extensão desta estabilização é relativa, uma vez que não deve ser completa, pois neste caso, toda a matéria orgânica seria reduzida a gás carbônico (CO<sub>2</sub>), água (H<sub>2</sub>O) e cinzas minerais.

O grau de estabilidade desejável para o composto é aquele no qual o produto, quando aplicado, não traga problemas para a agricultura. O problema consiste em se determinar quando este ponto de estabilidade é atingido. O reconhecimento de um composto curado pode ser feito através de um conjunto de observações, tais como: no composto curado não se consegue visualmente identificar a matéria prima original, a sua coloração deve ser bem escura diferenciada daquela do composto cru que é cinzenta e apresenta odor característico de terra moída. Outros parâmetros indicativos de sua estabilidade são a temperatura, o potencial redox, o crescimento do fungo filamentoso *Chaetomium gracile* e a relação carbono/nitrogênio.

A faixa de temperatura de 45 a 50°C indica que o material foi suficientemente estabilizado para permitir sua estocagem por longos períodos de tempo.

A estabilidade do composto pode ser também identificada através de medições do potencial redox que deverá atingir valores inferiores a 50 milivolts, nas camadas internas da massa.

No que se refere ao tempo necessário para a obtenção da matéria estabilizada, há que se observar que os períodos de tempo

incluem aquele onde ocorre a estabilização ativa — 2 a 5 dias e aquele necessário para a maturação ou cura de 8 a 16 semanas.

Nos casos práticos, a velocidade do processo não chega a ser um fator crítico, uma vez que o mercado do composto pode implicar numa estocagem prolongada.

### UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA

O conceito de fertilidade do solo tem sido longamente debatido e as tentativas de definições são mais ou menos empíricas, e não apresentam uma caracterização clara e universal.

Os fatores de caráter pedagógico que concorrem para o desenvolvimento e produção das culturas estão expressas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Um agricultor consciente deve procurar a melhoria das condições de fertilidade físicas e biológicas, em conjunto com a química, para poder obter colheitas qualitativa e quantitativamente melhores.

A fertilidade química baseia-se exclusivamente na adubação com macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), com formulações variáveis de modo a corrigir a deficiência desses nutrientes no solo em função da cultura existente ou a ser plantada.

O composto como material orgânico-humífero é um produto auxiliar a obtenção da fertilidade química, pois além de fornecer aproximadamente 3,5% do seu peso, seco em macronutrientes, fornece também, os micronutrientes necessários ao solo agrícola.

O composto, além de participar na fertilidade química participa na física por aglutinar o solo de forma a permitir uma boa aeração, necessária a respiração das raízes e por possibilitar uma boa retenção de água.

A fertilidade biológica é desenvolvida pelo composto ao promover o crescimento de microrganismos úteis, melhorando a capacidade de absorção pelas raízes das substâncias nutritivas necessárias às plantas.

O composto a ser aplicado no solo deve possuir uma relação carbono/nitrogênio a 20/1, e o pH deve ser superior a 7.

Não é aconselhável a aplicação do composto em cobertura, e sim, incorporado a terra. O composto deve ficar a uma profundidade suficiente para que fique ao alcance do sistema radicular de maior atividade, e sem a possibilidade de receber diretamente os raios solares.

Convém ser efetuada a incorporação do composto pelo menos quinze dias antes do plantio, tendo-se a cautela de não permitir contato direto com sementes e raízes, a não ser, que o plantio seja efetuada após a incorporação do composto, estabilizado.

A aplicação do composto deve ser precedida pela correção da acidez do solo.

A aplicação dos adubos minerais quando necessária deve ser posterior à incorporação do composto e pouco tempo antes do plantio, para obtenção do melhor rendimento possível.

A quantidade de composto a ser aplicado, varia de acordo com as condições do solo, da cultura e do clima, podendo-se considerar

como referência uma aplicação anual entre oito e vinte toneladas por hectare.

### MERCADO

A produtividade dos solos brasileiros de modo geral, caiu com a perda de humo de suas terras segundo a marcha depauperadora conseqüência das culturas extrativas comuns em nosso meio. A produtividade das terras nos países mais desenvolvidos está aumentando graças ao uso crescente dos fertilizantes minerais. No entanto, a fertilidade natural dessas terras está decrescendo, dentre outros fatores, devido às perdas de matéria orgânica do solo, cujo teor tem sido usado como índice de sua produtividade.

Praticamente todos os solos brasileiros são carentes em matéria orgânica, não alcançando o teor de 5%, considerado ideal, justificando assim a sua aplicação.

O preço de venda de matéria orgânica é muito variável, dependendo do local e da época do ano. A tendência é de elevação dos preços, em função da experiência favorável de sua aplicação.

É comum encontrar nas usinas de compostagem do Brasil, venda de composto curado para entrega a lavradores a mais de 1.000 km de distância, o que encarece o produto, sendo perfeitamente evitável, com a construção de usinas de compostagem pelo método natural nas regiões de consumo.

### VIABILIDADE DO EMPREENDIMENTO

Para efeito dos cálculos de custo foi considerada uma usina com capacidade de tratar 40 a 50 toneladas de lixo domiciliar, por dia.

Uma usina de compostagem pelo método natural deste porte deve produzir pelo menos 10 toneladas de composto curado por dia, dependendo das características do lixo e da operação da unidade.

A previsão do custo de implantação é a seguinte:

	Cr\$ Maio de 1980
a) Preço de uma usina completa, todos os equipamentos e a construção civil	23.000.000,00
b) Valor do terreno terraplanagem e infra-estrutura	6.000.000,00
c) Custo do projeto de engenharia e fiscalização	3.000.000,00
d) Custo total	32.000.000,00

O financiamento a ser considerado é baseado em:

a) Contra partida da Prefeitura Municipal	6.000.000,00
b) Financiamento por terceiros — juros subsidiados	26.000.000,00

A usina considerada tem capacidade para tratar 40 toneladas de lixo domiciliar por dia, operando 8 horas por dia. Dessas 40 toneladas são obtidas pelo menos 20 toneladas de material a ser disposto no pátio de cura e desse, por fim, serão obtidas 10 toneladas de composto orgânico curado.

Esses valores, bem conservadores, foram baseados na previsão de ser obtido 50%, em peso, de material compostável e perda de 50% do peso durante a cura, resultante do processo biológico (perda por atividade vital sob a forma de vapor de água e gás carbônico).

Para um ano de 300 dias úteis e produção diária de 10 toneladas, teremos uma produção anual de 3.000 toneladas de composto curado, em condições de venda.

Considerado o valor comercial fixado pelo CIP (Comissão Interministerial de Preços), em fevereiro de 1980, para os macro-

### VALOR DO COMPOSTO CURADO EM NOVEMBRO DE 1980

Nutrientes	Composição %	Preço Cr\$/kg	Valor Cr\$
Nitrogênio (N)	1,80	49,40	899,20
Fósforo (P205)	0,50	51,70	258,50
Potássio (K20)	1,1	27,50	302,20
Matéria orgânica	61,30	—	296,40
TOTAL POR TONELADA			Cr\$ 1.746,30

Obtém-se assim, o valor de venda, de composto curado, de acordo com a seguinte demonstração:

a) Produção de composto curado por ano	3.000 t.
b) Valor do composto curado	Cr\$ 1.746,00/t.
c) Renda anual prevista	Cr\$ 5.238.000,00
d) Renda em dez anos	Cr\$ 52.380.000,00
e) Custo de operação e manutenção correrão por conta da Prefeitura, por estarem compreendidos no sistema de disposição do aterro sanitário.	

nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) e acrescentando mais 1/3 do valor do nitrogênio como sendo o valor da matéria orgânica, o preço do composto baseando-se na composição percentual em peso, de 1,8% do nitrogênio (N), 0,50% de fósforo (P2O5) e 1,10% de potássio (K2O) é de Cr\$ 1.746,00 por tonelada.

O investimento (Cr\$ 26.000.000,00), excluindo o valor do terreno (Cr\$ 6.000.000,00) do custo total, retorna em 5 (cinco) anos, desde que a usina seja operada com espírito empresarial. O valor de adubo orgânico obtido pode ser considerado mais elevado que o indicado, pois os outros produtos orgânicos, utilizados na agricultura são vendidos a preço mais elevado.

## USINA DE COMPOSTAGEM PELO MÉTODO NATURAL

### Experiência em São Paulo

Tendo em vista solucionar o problema de disposição de resíduos sólidos de cidades de médio porte e ao mesmo tempo atender aos reclamos do país na economia de divisas, a CETESB desenvolve um programa experimental de compostagem utilizando o método natural. A triagem prévia do lixo é realizada mecanicamente por peneiramento.

Atualmente estamos em fase de instalação de uma Usina na cidade de Novo Horizonte, a qual deverá entrar em funcionamento no início do próximo ano.

O Município de Novo Horizonte localiza-se a 430 quilômetros de São Paulo, por estrada asfaltada, abrigando uma população estimada atualmente em 18.000 habitantes na área urbana e 10.000 pessoas na zona rural.

A sede do município é circundada por extensas fazendas, sendo que 85,3% de suas terras são próprias para culturas anuais, com declividade de até 12% e enquadradas como de produtividade média a alta e, o restante como terras planas com predominância de solos arenosos com problemas de fertilidade, mais apropriadas a pastagens e reflorestamento.

O município possui características tipicamente agrícolas, destacando-se a produção das culturas de café, milho, cana-de-açúcar, tomate, soja e criação de gado de corte.

A administração pública de Novo Horizonte imbuída do espírito de solucionar a grave situação da disposição do lixo urbano, na procura de uma solução adequada, contactou a CETESB — Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, para obter subsídio e orientação técnica.

Após os levantamentos realizados e estudos efetuados, chegou-se a conclusão que Novo Horizonte em função de sua posição geográfica e principalmente por estar situada em região de agricultura diversificada, justificaria a implantação de uma usina de compostagem.

No entanto, os estudos realizados evidenciaram que as usinas de compostagem oferecidas no mercado, não se adequavam às condições locais, principalmente não se justificariam economicamente em função do volume relativamente pequeno de lixo a processar.

Propôs então a CETESB, que fosse instalada uma usina de compostagem, ideado pelos seus técnicos e adequada às condições das comunidades brasileiras médias e pequenas.

Tendo a Prefeitura Municipal de Novo Horizonte aceito a proposta, e para transformá-la em ação, foi por ela escolhido um terreno, com 36.000 m<sup>2</sup> de área para a implantação de usina piloto e aterro sanitário anexo.

A CETESB adquiriu os equipamentos para a usina piloto de compostagem natural de acordo com seu projeto básico com capacidade de tratar até 8 toneladas por hora de lixo domiciliar.

Essa usina é constituída de:

- pátio de recebimento de lixo;
- sistema de admissão do lixo;
- tambor de preparo e peneiramento;
- sistema de separação do composto e rejeito;
- pátio de cura do composto.

O pátio de recebimento de lixo foi projetado de forma a permitir a descarga simultânea de dois veículos coletores, e área para manobra destes.

O sistema de admissão de lixo é formado por uma tremonha metálica sob a qual corre uma transportadora de placas metálicas, tendo no seu final um sistema dosador; a essa transportadora de placas, horizontal, segue um transportador inclinado de correia de borracha que alimenta o tambor.

O tambor de seis faces, com 8 m de comprimento e 2,2 de diâmetro, tem os seus lados formados por chapas perfuradas e internamente terá dispositivos para controlar a movimentação do material contido.

O tambor tem dispositivo para variação tanto de velocidade como de inclinação, fatores necessários para a determinação das condições ideais.

Esse tambor serve como triturador grosseiro e como peneira.

O material que atravessa as chapas perfuradas é encaminhado ao pátio de cura e o restante ao aterro sanitário.

O pátio de cura tem a área suficiente para tratar todo o material peneirado durante 120 dias, devendo estar disposto em leiras de 1,5 m de altura.

O revolvimento do material em compostagem acelera o processo além de fornecer um material mais homogêneo. A movimentação do material auxilia a aeração, pois a introdução de ar no interior da massa permite a manutenção de alto teor de oxigênio e baixo gás carbônico, o que não pode ser obtido por simples absorção.

Esse revolvimento deverá ser efetuado mecanicamente através de um trator. O mesmo trator com pá carregadeira executará o serviço de alimentação da peneira, que levará os resíduos finos para o pátio de cura, transportará os rejeitos grosseiros ao aterro sanitário e carregará os caminhos dos com-pradores de composto.

## COMPOSTAGEM CONJUNTA DO LIXO COM LODO DE ESGOTO

Prática comum em países europeus é a compostagem conjunta do lixo com o lodo

proveniente do tratamento dos esgotos domésticos.

Com tal procedimento procura-se resolver dois problemas importantes; um deles é dar um destino final sanitariamente adequado e econômico ao lodo das estações de tratamento de esgotos e o outro é o de melhorar a qualidade do composto.

Nos países mais desenvolvidos a composição do lixo apresenta porcentagens elevadas de papel e papelão, o que implica em relações Carbono/Nitrogênio superiores a 50/1, quando a relação ideal, conforme já visto anteriormente, está por volta de 30/1. Desta forma, torna-se de todo conveniente a adição, no processo, de lodo de esgoto, que é bastante rico em nitrogênio, elemento de grande importância na agricultura.

Além de otimizar a relação C/N, a adição de lodo na compostagem permite também uma melhoria no grau de umidade do lixo que, nos países europeus se apresentava via de regra menor que 30%. Com a adição de lodo pouco desidratado chega-se facilmente a um teor de 50% de umidade para a mistura, valor este experimentalmente considerado como ótimo.

Entretanto, a quantidade do lixo em países tropicais, como é o caso do Brasil, mostra uma situação bem diversa daquela apresentada. A umidade do nosso lixo é quase sempre superior a 60% e, nas estações chuvosas, supera os 70%. Por outro lado, a quantidade de papel encontrada no lixo das cidades brasileiras é bem menor que nas européias, tanto pelo menor uso do mesmo nas embalagens como pela separação manual deste material praticada comumente durante a coleta regular do lixo.

Desta forma a única vantagem que poderia advir de compostagem conjunta lixo/lodo seria a de se obter uma destinação adequada, tanto do ponto de vista sanitário como do econômico, ao lodo resultante dos processos de tratamento biológico dos esgotos domésticos.

Assim sendo a CETESB procurou estudar a adição de lodo de esgoto no processo de compostagem em desenvolvimento pela P. M. de São Paulo, na usina de Vila Leopoldina. Tais experimentos, realizados no protótipo não conduziram a resultados satisfatórios principalmente em virtude dos problemas operacionais que se verificaram.

Tendo em vista a grande importância que em futuro próximo irá assumir a problemática da disposição final de todo o lodo resultante do tratamento dos esgotos da Grande São Paulo (plano SANEGRAN), a CETESB continuará seus estudos através de ensaios e pesquisas, agora em escala de laboratório. Esses estudos visam resolver as dificuldades constatadas na operação do protótipo.

A adição de lodo ao processo de compostagem de lixo só se torna tecnicamente viável quando se adicionar lodo desidratado de maneira a se manter o teor de umidade da mistura pelo menos igual ao do lixo.

Essa solução só se apresenta válida quando o objetivo for de dar destino final ao lodo digerido.